



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
CAMPUS DARCY RIBEIRO

IRYS DE OLIVEIRA BORGES

**TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EM SEMENTES DE MILHO
DOCE**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (GRADUAÇÃO)

BRASÍLIA/DF
Dezembro/2016



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
CAMPUS DARCY RIBEIRO

TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EM SEMENTES DE MILHO DOCE

IRYS DE OLIVEIRA BORGES

ORIENTADORA: NARA OLIVEIRA SILVA SOUZA
COORIENTADOR: CHRISTIAN VITERBO MAXIMIANO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
SUBMETIDO À FACULDADE DE AGRONOMIA
E MEDICINA VETERINÁRIA DA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À
OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRA
AGRÔNOMA.

BRASÍLIA/DF

Dezembro/2016



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
CAMPUS DARCY RIBEIRO

TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EM SEMENTES DE MILHO DOCE

IRYS DE OLIVEIRA BORGES

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO À FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRA AGRÔNOMA

APROVADA POR:

NARA OLIVEIRA SILVA SOUZA, DSc (UnB – FAV), Email: narasouza@unb.br
(ORIENTADORA)

CHRISTIAN VITERBO MAXIMIANO, MSc , Email: christianviter@hotmail.com
(COORDINADOR)

RICARDO CARMONA, DSc (UnB – FAV), Email: rcarmona@cebrasp.org
(EXAMINADOR)

BRASÍLIA/DF, 09 DE DEZEMBRO 2016,

FICHA CATALOGRÁFICA

Borges, Irys de Oliveira

Teste de condutividade elétrica em sementes de milho doce. / Irys de Oliveira Borges; orientação de Nara Oliveira Silva Souza – Brasília, 2016. 37p.

Trabalho de Conclusão de Curso Agronomia – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2016.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BORGES, I. O. **Teste de condutividade elétrica em sementes de milho doce.** Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Agronomia – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2016, 37p.

CESSÃO DE CRÉDITOS

NOME DO AUTOR: Irys de Oliveira Borges

TÍTULO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (GRADUAÇÃO): Teste de condutividade elétrica em sementes de milho doce, ANO: 2016

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos.

Irys de Oliveira Borges

CPF: 043.272.951-83

E-mail: irysborges_@hotmail.com

“Entender que tudo tem seu tempo.
Que tudo vem a seu tempo.
Dar o tempo necessário.
Para crescer. Brotar. Florescer.
Aceitar o ciclo da vida.
Respeitar o fluxo do tempo.
Observar o tempo passar.
Esperar o tempo certo.
Para plantar. Para colher.
Para agir. Para seguir. Para aprender.”

Autor desconhecido

DEDICO

Á Idalina de Oliveira Borges, minha amada mãe, que me incentivou em todos esses anos a lutar pelos meus objetivos, e que com seu amor, carinho, e “puxões de orelha” nunca permitiu que eu desistisse em meus diversos momentos de dificuldade. Se cheguei aonde cheguei, foi graças ao seu incentivo.

Aos meus irmãos Gustavo e João, que estiveram sempre presentes nessa longa caminhada até aqui.

AGRADEÇO

A Deus, por ter me guiado e dado forças, e por todo o amparo recebido nos momentos em que mais precisei.

À minha mãe Idalina, por todo o amor, ensinamentos e exemplos, que me tornaram uma pessoa digna e honrada. Por ter sido sempre a pessoa ao meu lado em todas as fases da minha vida, e também por ser a pessoa que mais torceu e lutou pelo meu sucesso.

Ao meu namorado Eduardo, por toda atenção, amor e carinho. Por estar ao meu lado nesta caminhada me incentivando e apoiando, e muitas vezes me mostrando qual postura tomar diante as dificuldades, e principalmente por ter sido meu maior amigo e companheiro nesses anos de curso.

À professora Nara, pela orientação, apoio e ensinamentos na realização deste trabalho, sendo de grande importância na minha formação profissional.

Ao Christian, pelo apoio e auxílio na realização deste trabalho.

E a todos aqueles que de forma direta ou indireta, contribuíram para a minha formação profissional e pessoal.

ÍNDICE

RESUMO	x
OBJETIVOS	1
1. INTRODUÇÃO	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Milho doce	3
2.2 Sementes de milho doce	5
2.3 Qualidade fisiológica de sementes	6
2.3.1 Teste de germinação	7
2.3.2 Teste de vigor	8
2.3.2.1 Condutividade elétrica	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1 Semente utilizada	10
3.2 Análises realizadas	10
3.2.1 Teste de condutividade elétrica (CE)	10
3.2.2 Teste padrão de germinação (TPG)	11
3.2.3 Índice de velocidade de germinação (IVG)	11
3.2.4 Teor de água	11
3.2.5 Emergência em campo	11
3.3 Análise estatística	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
5. CONCLUSÃO	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Análise de variância dos testes de qualidade fisiológica em sementes de milho doce, Brasília - DF.	133
Tabela 2. Valores médios (%) obtidos no teor de água (TA), no teste padrão de germinação (TPG) e no índice de velocidade de germinação (IVG) em quatro lotes de sementes de milho doce. Brasília - DF.....	144
Tabela 3. Análise de variância dos resultados dos testes de condutividade elétrica em sementes de milho doce. Brasília - DF.	155
Tabela 4. Valores médios ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) obtidos no teste de condutividade elétrica realizado por 24 horas e 48 horas de embebição das sementes. Brasília - DF.....	166
Tabela 5. Valores médios ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) obtidos nos testes de condutividade elétrica em 24 e 48 horas de embebição com 50 e 75 mL de água em sementes de milho doce. Brasília - DF.	177
Tabela 6. Valores médios ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) obtidos nos testes de condutividade elétrica em 24 e 48 horas de embebição nas temperaturas de 25 e 35° C em sementes de milho doce. Brasília - DF.	177
Tabela 7. Valores médios ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) obtidos nos testes de condutividade elétrica em 24 e 48 horas de embebição nas temperaturas de 25 e 35° C em sementes de milho doce. Brasília - DF.	188
Tabela 8. Valores médios ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) obtidos nos testes de condutividade elétrica em 24 e 48 horas de embebição nas temperaturas de 25 e 35° C em quatro lotes de sementes de milho doce. Brasília - DF.	199

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar a eficiência do teste de condutividade elétrica na avaliação do vigor de sementes de milho doce. O teste de condutividade elétrica foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes por tratamento. Cada lote foi submetido a duas temperaturas (25 e 35 °C) e dois volumes de água (50 e 75 mL). As subparcelas foram constituídas de dois períodos de embebição, 24 e 48 h. As sementes foram avaliadas com os seguintes testes: germinação (TPG), índice de velocidade de germinação (IVG), e emergência em campo (EC), além do teste de condutividade elétrica (EC). O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado com parcelas subdivididas. Houve diferença significativa para todos os testes, com exceção apenas do teste de emergência em campo, onde não houve valores significativos. Essa diferença significativa nos tratamentos demonstra a ocorrência de comportamentos diferentes entre os testes. No teste de condutividade elétrica, os lotes diferiram em ambos os períodos de embebição; bem como os volumes de água (50 e 75 mL) de água destilada e das temperaturas de exposição para realização do teste. Foi verificada uma melhor diferenciação dos lotes no volume de 50 mL, tanto na embebição de 24 horas quanto de 48 horas. O teste de condutividade elétrica mostrou-se eficiente na diferenciação de lotes de sementes de milho doce, sendo indicada a metodologia de 50 mL de água com embebição das sementes por 24 horas em temperatura de 35°C.

Palavras chave: Vigor de sementes. Condutividade elétrica. Milho doce.

OBJETIVOS

Verificar a eficiência do teste de condutividade elétrica na avaliação da qualidade de sementes de milho doce e identificar a metodologia mais indicada, utilizando-se para este fim dois volumes e duas temperaturas de exposição, com dois períodos de embebição.

1. INTRODUÇÃO

Sementes de milho doce possuem qualidade inferior devido aos elevados teores de açúcares e baixo teor de reservas no endosperma (amido), causando formação de espaços entre a camada de aleurona e o pericarpo da semente durante a maturação, deixando-a enrugada (ZUCARELI, 2014). Devido a essa característica, as sementes de milho doce podem apresentar baixo poder germinativo em comparação com sementes de milho comum, sendo, portanto, necessário um estudo acerca da qualidade fisiológica dessas sementes.

A qualidade fisiológica de uma semente compreende a germinação e o vigor da mesma, existindo testes para avaliar cada uma destas variáveis. O poder germinativo é avaliado em laboratório, podendo haver discrepâncias quando sementes de um mesmo lote avaliado são levadas a campo, e é nesse momento em que a avaliação do vigor se mostra de suma importância.

A avaliação do vigor possibilita detectar diferenças na qualidade fisiológica de sementes de lotes que possam apresentar poder germinativo semelhante, mas apresentam comportamentos distintos em condições de campo, ou até durante o armazenamento. Essas diferenças do comportamento de lotes com germinação semelhante podem ser explicadas pelo fato de que as primeiras alterações nos processos bioquímicos associados à deterioração normalmente ocorrem antes que se observe diminuição na capacidade germinativa (RIBEIRO, 1999).

Segundo Toledo e Marcos Filho (1977), a queda do poder germinativo e do vigor das sementes é a manifestação mais acentuada da deterioração.

Um dos testes utilizados para a avaliação do vigor é o teste de condutividade elétrica. Esse teste avalia a deterioração de sementes através da concentração de eletrólitos lixiviados pelas sementes durante um período de embebição (VIEIRA; CARVALHO, 1994). É um teste que apresenta potencial para ser utilizado no controle de qualidade de sementes. No entanto há fatores que podem afetar os resultados, tais como, temperatura, volume de água e tempo de embebição. E esses fatores variam entre espécies. Sendo assim, necessários ajustes na metodologia para obtenção de informações consistentes para aplicação em sementes de milho doce.

Sendo assim, esse trabalho objetivou testar temperatura, volume de água e tempo de embebição em lotes de sementes de milho doce.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Milho doce

O milho doce (*Zea mays* L., grupo *saccharata*), pertencente à família das Poáceas, é originário da América do Norte, provavelmente do México, e foi domesticado há aproximadamente 10,000 anos atrás. Acredita-se que o milho doce tenha surgido devido a uma mutação, sendo domesticado em seguida. Possivelmente, ele foi identificado como uma nova fonte de carboidrato pelas civilizações próximas ao seu centro de origem, sendo então domesticado e utilizado como alimento (MACHADO, 1980).

A cultura do milho doce é anual, sua propagação é feita via semente, distribuídas diretamente no campo. A botânica e a reprodução do milho doce são idênticas ao milho comum (ARAGÃO, 2002). A planta possui em média de 1,30 a 2,50 m de altura, caule ereto, cilíndrico, fibroso, separado em porções por gomos, e, geralmente, recoberto por uma parte da folha, denominada bainha. As folhas são de tamanho médio a grande, cor verde-escura a verde-clara, flexíveis e tem uma nervura central branca, lisa e bem visível. A planta produz flor masculina (flecha ou pendão) na sua parte mais alta, onde produz os grãos de pólen e a flor feminina (espiga) à meia altura. Cada fio (cabelo) que sai da espiga é responsável pela produção de um grão, depois de fecundada. O milho doce produz bem em épocas do ano com temperaturas de média a alta e boa disponibilidade de água no solo durante todo o ciclo da planta. A colheita de espigas é feita quando os grãos estão em estado leitoso. Os grãos maduros e secos ficam totalmente enrugados, devido ao baixo teor de amido na sua composição (PAIVA et al., 1992).

A doçura do milho doce é um caráter recessivo e os genes mutantes mais conhecidos são o *sugary* (su), *shrunk* (sh) e *britte* (bt) (LE MOS et al., 2002; ARAUJO et al., 2006a). No momento da colheita o grão de milho possui alto teor de umidade e açúcares (RIVERA, 2011). A conversão de açúcar para amido é bloqueada pelos genes recessivos, e assim conferem o caráter doce ao grão (TRACY, 2001).

A destinação, quanto ao uso do milho doce, é diversa. Pode ser consumido em conserva, congelado (espigas ou grãos), desidratado, ou consumido *in natura*. Pode ainda ser usado como *baby corn*, ou mini milho, se colhido antes da polinização, e as plantas remanescentes da colheita podem ser destinadas à silagem (TEIXEIRA et al., 2001). Nos

Estados Unidos e no Canadá, onde é um dos vegetais mais populares, o milho doce é consumido tradicionalmente *in natura* (ZUCARELI et al., 2014).

As cultivares de milho doce devem apresentar um endurecimento do grão que seja relativamente lento, espigas grandes, bem granadas e com bom empalhamento, sabugo branco, grãos amarelo-creme, isentas de pragas e doenças, e o pericarpo deve ser fino e a textura dos grãos uniforme (RIVERA, 2011). De acordo com Sawazaki et al. (1990), a espessura do pericarpo afeta a maciez do grão e, quanto mais fina, melhor a qualidade do milho doce.

O milho doce, além do sabor adocicado, apresenta alto valor nutritivo e características próprias, como aparência das espigas e melhor palatabilidade (maciez, sabor e textura). Essas características conferem ao milho doce uma aptidão ao consumo humano, recebendo também o “status” de hortaliça (MAGIO, 2006; RIVERA, 2011).

Grãos de milho doce com maior teor de açúcar e menor teor de amido possuem a preferência da indústria, e essas características também são desejadas no consumo *in natura*. O milho comum possui em torno de 3% de açúcar e entre 60 e 70% de amido, enquanto o milho doce possui 9 a 14% de açúcar e 30 a 35% de amido, e o superdoce tem em torno de 25% de açúcar e 15 a 25% de amido (SILVA; KARAN, 1994).

Acerca do consumo e produção de milho doce, sabe-se que a área mundial cultivada é de cerca de 900.000 hectares, segundo Pereira et al. (2009). Já no Brasil, em 2002 estimou-se uma área cultivada com milho doce em torno de 12.000 hectares, com produção de 84.000 toneladas de espigas de milho verde, aproximadamente (ARAGÃO, 2002), passando para 36.000 hectares em 2005, com praticamente toda a produção destinada ao processamento industrial, com uma pequena parte destinada ao consumo *in natura* (BARBIERI et al., 2005; TEIXEIRA et al., 2013). Segundo dados da Associação Brasileira de Sementes e Mudanças (ABRASEM), na safra 2014/15 a produção de sementes foi de 1,887 mil toneladas (ABRASEM, 2016).

2.2 Sementes de milho doce

Sementes de milho doce possuem qualidade inferior devido aos elevados teores de açúcares e baixo teor de reservas no endosperma (amido), causando formação de espaços entre a camada de aleurona e o pericarpo da semente durante a maturação, deixando-a enrugada (ZUCARELI, 2014). Esse aspecto enrugado torna o pericarpo mais frágil, favorecendo danos mecânicos durante o armazenamento e transporte, contribuindo para a entrada de patógenos e diminuição da taxa de germinação. Segundo Rivera (2011), os mesmos genes que fornecem a condição adocicada à semente, fornecem também características indesejáveis, como baixo rendimento e baixa resistência ao ataque de pragas e doenças.

Materiais comerciais de milho doce possuem um ou mais genes com endosperma mutante (PERRETTO, 2012). A presença de genes mutantes resulta em níveis reduzidos de amido, ajudando a tornar a produção de sementes de qualidade mais difícil do que para outros tipos de milho, pois as sementes de milho doce são mais frágeis, segundo Perretto (2012).

Para assegurar a boa qualidade dos lotes de sementes de milho doce, as empresas produtoras realizam, normalmente, a colheita no período do outono e inverno, para evitar altas precipitações e temperaturas (COIMBRA et al., 2009). Mas precauções também devem ser tomadas quando se trata do armazenamento, pois as sementes de milho doce são sensíveis a danos.

O objetivo principal de todo programa de melhoramento de milho doce é a obtenção de híbridos produtivos, resistentes a doenças, com boa adaptação e a obtenção de sementes de alta qualidade (PERRETTO, 2012). Segundo Tracy (2001), para que o novo híbrido possa ser viável economicamente, as sementes parentais devem ter alta qualidade, com boa emergência e proporcionar bons rendimentos. Além disso, o produtor deve procurar uma cultivar que seja mais resistente à transformação dos açúcares em amido e ao emurchecimento (COSTA et al., 2011).

Algumas pesquisas realizadas com o milho doce tem mostrado que a menor porcentagem de emergência das plântulas no milho doce ocorre em função do manejo incorreto das sementes e, ainda, de outros fatores que causam a redução da sua qualidade (SILVA, 2012). Segundo Pereira et al. (2008), não está completamente esclarecido se o baixo

vigor das sementes do milho doce é consequência da menor reserva de amido no endosperma, ou do fato de o embrião ser, por si mesmo, geneticamente inferior e incapaz de exibir um alto vigor.

2.3 Qualidade fisiológica de sementes

A produção agrícola mundial em sua grande maioria é realizada a partir de sementes, podendo-se dizer que grande parte das espécies vegetais exploradas pelo homem são obtidas dessa forma. Em razão disso, verifica-se a necessidade da utilização de sementes de boa qualidade, visto que essa semente originará um produto com valor comercial e alimentício, e a utilização de sementes de alta qualidade é um dos requisitos fundamentais para a obtenção de maior produtividade no campo.

A qualidade de um lote de sementes é representada pelo somatório das qualidades genéticas, fisiológicas, sanitárias e físicas. Esses atributos determinam o valor do lote para a semeadura, destacando-se a qualidade fisiológica, diretamente responsável pelo desempenho das sementes em campo e no armazenamento.

A qualidade fisiológica pode ser afetada por fatores genéticos, como no caso da semente de milho doce, onde a qualidade fisiológica é baixa devido à reduzida quantidade de amido e maior quantidade de açúcares no endosperma (ZUCARELI et al., 2014). Além das características genéticas, outros fatores podem afetar a qualidade fisiológica de sementes, como época de colheita, temperatura de secagem dos grãos, danos mecânicos, ataque de pragas e doenças (GOMES JÚNIOR et al., 2009) e tamanho e forma das sementes, segundo Zucareli et al (2014). Outros fatores que podem também afetar a qualidade fisiológica de sementes são o tipo e o período de armazenamento, visto que o armazenamento em câmaras frias com umidade controlada preservam por mais tempo a qualidade de sementes; o tipo de embalagem também pode influenciar na qualidade fisiológica, segundo Carvalho e Camargo (2008).

Métodos consistentes de avaliação da qualidade de sementes levam em consideração o conhecimento de que o processo de deterioração se inicia logo após a maturidade fisiológica e prossegue durante a permanência das sementes no campo, colheita, processamento e armazenamento. A intensidade e velocidade desse processo depende de fatores genéticos e ambientais e estão relacionados com os cuidados durante o manejo dos lotes de sementes

(RIVERA, 2011). Segundo Toledo e Marcos-Filho (1977), a queda do poder germinativo e do vigor das sementes é a manifestação mais acentuada da deterioração.

A qualidade fisiológica da semente é avaliada por duas características fundamentais: germinação e vigor (POPINIGIS, 1977). Vários outros testes tem sido desenvolvidos, aprimorados e utilizados visando estimar a qualidade fisiológica de sementes, como testes de envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, teste de frio, lixiviação de eletrólitos, teste do tetrazólio, entre outros.

2.3.1 Teste de germinação

Em tecnologia de sementes, o conceito de germinação é definido como a emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, dando origem a uma plântula normal, em condições ambientais favoráveis. Para avaliar a máxima germinação da semente, faz-se o teste de germinação, que é feito obrigatoriamente em laboratório e é o teste que tem sido mais amplamente utilizado para avaliar a qualidade de sementes, em conjunto com outros testes. Os resultados dos testes de germinação são utilizados para comparar a qualidade fisiológica de lotes, determinar a taxa de semeadura e servir como parâmetro de comercialização de sementes (COIMBRA et al., 2007).

Os testes são feitos seguindo uma metodologia padronizada, sob condições artificiais favoráveis controladas em laboratório, de forma que se obtenha a maior porcentagem de germinação em menor tempo possível, de acordo com as características de cada planta. Como os testes são realizados em condições ótimas para a germinação, podem ocorrer discrepâncias quando comparado aos resultados obtidos em campo, visto que as condições climáticas e qualidade de solo podem variar, motivando o desenvolvimento de conceitos de vigor e de novos testes para aprimorar a eficiência da avaliação da qualidade fisiológica das sementes (McDONALD, 1975).

O percentual de germinação é necessário e obrigatório no comércio de sementes, sendo em geral 80% o valor mínimo requerido nas transações. Em função do percentual de germinação e das sementes puras, o agricultor pode decidir a densidade de semeadura (PESKE et al., 2003). A germinação pode ser simplificada em dois processos iniciais como: embebição da semente e ativação do metabolismo, seguido do rompimento do tegumento, da emissão da radícula e do crescimento da plântula (PRISCO et al., 1981).

2.3.2 Teste de vigor

A avaliação do vigor de sementes representa uma ferramenta fundamental em programas de produção de sementes, principalmente do ponto de vista dos produtores, pois permite o monitoramento da qualidade da produção.

Segundo Carvalho (1986), o vigor da semente deve ser entendido como o nível de energia que uma semente dispõe para realizar o processo germinativo. Já segundo o Comitê Internacional de Vigor de Analistas de Sementes (ISTA), o vigor da semente é a soma de todas as propriedades da semente que determinam o nível de atividade e o desempenho da semente, ou do lote de sementes durante a germinação e a emergência de plântulas (ISTA, 1981). O vigor abrange um conjunto de características que determinam o potencial fisiológico das sementes, sendo influenciado pelas condições de ambiente e manejo durante as etapas de pré e pós-colheita (VIEIRA; CARVALHO, 1994). Sementes com baixo vigor podem provocar reduções na velocidade e na emergência total, no tamanho inicial, na produção de matéria seca, na área foliar e nas taxas de crescimento das plantas (KOLCHINSKY et al., 2005).

A avaliação do vigor possibilita detectar diferenças na qualidade fisiológica de sementes de lotes que possam apresentar poder germinativo semelhante, mas apresentam comportamentos distintos em condições de campo, ou até durante o armazenamento. Essas diferenças do comportamento de lotes com germinação semelhante podem ser explicadas pelo fato de que as primeiras alterações nos processos bioquímicos associados à deterioração normalmente ocorrem antes que se observe diminuição na capacidade germinativa (RIBEIRO, 1999).

Os testes de vigor são mais eficientes que os de germinação, pois simulam condições adversas, indicando com maior acurácia o desempenho das sementes no campo. Entre os testes mais utilizados estão o índice de velocidade de germinação, teste de frio, condutividade elétrica, índice de velocidade de emergência e emergência em campo (OLIVEIRA, 2009).

2.3.2.1 Condutividade elétrica

O teste de condutividade elétrica avalia a qualidade de sementes de forma indireta e baseia-se na concentração de eletrólitos lixiviados pelas sementes durante a embebição, fornecendo resultados no prazo de 24 horas (VIEIRA; CARVALHO, 1994). Baseia-se também no princípio de que, com o processo de deterioração, ocorre aumento da lixiviação dos constituintes celulares das sementes embebidas em água, devido à perda da integridade dos sistemas de membranas celulares (BRANDÃO JÚNIOR et al., 1997). Segundo Coimbra et al. (2009), pesquisas realizadas com sementes de olerícolas e de grandes culturas têm demonstrado que o decréscimo na germinação e no vigor é diretamente proporcional ao aumento da concentração de eletrólitos liberados pelas sementes.

Assim, baixa condutividade indica sementes com alto vigor e alta condutividade, ou seja, maior quantidade de lixiviados, determina baixo vigor (VIEIRA, 1994; VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999; PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 2001). Estes resultados têm sido corroborados por várias pesquisas (MCDONALD; WILSON, 1979; POWELL, 1986; MARCOS FILHO et al., 1990; VIEIRA et al., 2002 e 2004), as quais têm demonstrado que a diminuição da germinação e do vigor relaciona-se diretamente com a elevação da concentração de eletrólitos liberados pelas sementes durante a embebição. Neste sentido, a determinação da condutividade elétrica da água de embebição tem sido proposta como um dos testes bastantes sensíveis para a avaliação do vigor (VANZOLINI; NAKAGAWA, 1998; VIEIRA et al., 2002 e VIEIRA et al., 2004). A deterioração de sementes pode ter início antes da colheita, após a maturidade fisiológica das sementes e continuar durante a colheita.

Se tratando das sementes de milho doce, Coimbra et al. (2009) concluíram que dentre os testes avaliados (primeira contagem, precocidade de emissão de raiz primária, teste de frio, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado), a condutividade elétrica (6, 8 e 24 horas) foi o único eficiente na diferenciação do vigor de lotes de sementes de milho doce (sh₂).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Semente utilizada

O experimento foi realizado com sementes de milho doce da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Foram usados quatro lotes de sementes de linhagens parcialmente endogâmicas produzidos nas safras 2014/2015 (lotes 1 e 2) e 2015/2016 (lotes 3 e 4), debulhados manualmente. Após a colheita, as espigas foram debulhadas manualmente e os lotes ficaram armazenados em condições de laboratório, sem controle de temperatura e umidade.

3.2 Análises realizadas

As análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Sementes da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, do Campus Darcy Ribeiro – UnB. Os lotes foram submetidos a diferentes testes, sendo que os tratamentos avaliados nesse trabalho foram com relação à metodologia do teste de condutividade elétrica.

3.2.1 Teste de condutividade elétrica (CE)

Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por tratamento, em delineamento inteiramente casualizado em parcelas subdivididas. As parcelas foram distribuídas no esquema fatorial 4 x 2 x 2 (16 tratamentos), sendo quatro lotes, duas temperaturas (25 e 35 °C) e dois volumes de água (50 e 75 mL). As subparcelas foram constituídas de dois períodos de embebição, 24 e 48 h.

Após o período de embebição, realizou-se a leitura da condutividade elétrica, utilizando um condutivímetro DIGIMED, modelo CD 21, com eletrodo de constante 1,0, sendo os resultados finais expressos em $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ (VIEIRA; CARVALHO, 1994).

3.2.2 Teste padrão de germinação (TPG)

O teste foi realizado com quatro subamostras de 50 sementes por lote, colocadas para germinar em papel germitest umedecido com quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes o seu peso seco, em germinador regulado em 25°C, por sete dias. As contagens foram realizadas ao quarto e sétimo dia, seguindo os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem.

3.2.3 Índice de velocidade de germinação (IVG)

O teste foi realizado conjuntamente com o teste padrão de germinação. No quarto e sétimo dia após a instalação do teste realizou-se a contagem de plântulas normais. Com os dados obtidos, calculou-se o índice de velocidade de germinação empregando-se a fórmula de Maguire (1962):

$IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$; onde:

IVG = Índice de velocidade de germinação;

G_1, G_2, G_n = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem;

N_1, N_2, N_n = número de dias de semeadura à primeira, segunda e última contagem.

3.2.4 Teor de água

O teor de água foi determinado em estufa $105 \pm 3^\circ\text{C}$ durante 24 horas, utilizando-se duas repetições por lote, segundo as recomendações nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem (bu).

3.2.5 Emergência em campo

O teste de emergência de plântulas em campo foi realizado na Fazenda Água Limpa, pertencente a UnB e localizada na área rural da Vargem Bonita, Brasília - DF. A semeadura foi realizada manualmente, com quatro repetições de 25 sementes por tratamento, sendo as parcelas distribuídas ao acaso, espaçadas 10 cm entre linhas, as contagens das plântulas foram realizadas após sete dias de instalação e o resultado expresso em percentual de número de plântulas emergidas (VIEIRA; CARVALHO, 1994).

3.3 Análise estatística

Os resultados dos testes de germinação, teor de água e emergência de plântulas em campo foram submetidos à análise de variância, seguindo delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (quatro lotes) e quatro repetições. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o teste de condutividade elétrica, o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas. As parcelas foram distribuídas em esquema fatorial 4 x 2 x 2 (quatro lotes, duas temperaturas e dois volumes de água) e as subparcelas foram os dois períodos de embebição (24 e 48 h), com quatro repetições por tratamento. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram feitas no programa Assistat 7.5 (SILVA; AZEVEDO, 2009).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de água iniciais das sementes de milho doce mantiveram-se entre 9 e 10%. De acordo com Coimbra et al. (2009), essa similaridade de valores é primordial para que os testes a serem realizados não sejam afetados por diferenças na atividade metabólica, velocidade de umedecimento e de deterioração das sementes.

Os resultados das análises de variância dos testes para avaliação da qualidade fisiológica estão apresentados na tabela 1. Observa-se que houve diferença significativa para todos os testes, com exceção apenas do teste de emergência em campo, onde não houve valores significativos. Essa diferença significativa nos tratamentos demonstra a ocorrência de comportamentos diferentes entre os testes.

Os coeficientes de variação variaram de 0,45 a 15,30 % o que comprova a boa precisão experimental. Estes valores são condizentes com o que é observado em experimentos de qualidade fisiológica em sementes de milho doce (SANTOS et al., 2002; RIVERA, 2011; ZUCARELI et al., 2014).

Tabela 1. Análise de variância dos testes de qualidade fisiológica em sementes de milho doce, Brasília – DF.

QM				
FV	TA	TPG	EC	IVG
Lotes	5,01**	965,58**	396,00 ^{ns}	11,75**
Resíduo	0,00	12,58	140,66	0,36
CV	0,45	4,07	15,30	5,91
Média	12,53	87,12	77,50	10,22

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; ^{ns} Não significativo; TA: teor de água; TPG: teste padrão de germinação; EC: emergência em campo; IVG: índice de velocidade de germinação; CV: coeficiente de variação.

Os teores de água dos lotes estão demonstrados na tabela 2. Observa-se que o lote com maior teor de água é o 4, sendo que os lotes 2 e 3 não diferiram estatisticamente. No teste padrão de germinação, os lotes 1, 2 e 3 não diferiram estatisticamente, apresentando valores próximos. Estes três apresentam valores superiores ao mínimo exigido pela Legislação Brasileira, que é de 65% para semente básica de milho doce (BRASIL, 2013). O lote 4 apresentou a menor taxa de germinação, isso se deve às condições de deterioração das

sementes deste lote, pois apresentavam larvas e carunchos e devido a isso a maioria das sementes estavam com o embrião danificado. Essas sementes ficaram armazenadas em condições de laboratório sem controle de temperatura e umidade e no momento da colheita já era possível observar essa infestação por pragas.

Além disso, o lote 4 foi o que apresentava maiores valores de teor de água (Tabela 2), o que aumenta ainda mais o processo de deterioração da semente.

O processo de deterioração é mais rápido quanto mais hidratadas estiverem as sementes (VILLELA; PERES, 2004), e ocorre mesmo nas sementes ortodoxas com baixo teor de água. A deterioração proporciona alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas, determinando a queda da germinação e vigor, culminando com a morte da semente (MARCOS FILHO, 2005).

Tabela 2. Valores médios (%) obtidos no teor de água (TA), no teste padrão de germinação (TPG) e no índice de velocidade de germinação (IVG) em quatro lotes de sementes de milho doce. Brasília - DF.

Lotes	TA	TPG	IVG
1	12,08b	97,50a	11,03 ^a
2	11,57c	93,00a	10,61a
3	11,58c	94,00a	11,53a
4	14,87a	64,00b	7,71b
DMS	0,09	7,45	1,27

Médias seguidas de mesma letra nas colunas pertencem ao mesmo grupo e não diferem entre si estatisticamente, de acordo com o critério de agrupamento de Tukey a 5% de probabilidade; DMS: desvio médio significativo.

Os resultados do índice de velocidade de germinação (IVG) confirmam os encontrados no TPG (Tabela 2), ou seja, a classificação dos lotes seguiu a mesma tendência, sendo o lote 4 o que apresentou pior índice. Isso era esperado, visto que o IVG é avaliado concomitante ao TPG, contudo, este teste fornece uma informação quanto ao vigor das sementes.

O índice de velocidade de germinação (IVG) descrito por Maguire (1962) tem sido o teste mais empregado para avaliar a velocidade de germinação. As avaliações das plântulas são realizadas diariamente, à mesma hora, a partir do dia em que surgem as primeiras plântulas normais. Estas plântulas normais são computadas e retiradas do substrato (NAKAGAWA, 1999). O procedimento descrito de avaliação prossegue até o dia da última

contagem estabelecido pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Ao fim do teste, com os dados diários do número de plântulas normais, calcula-se o índice de velocidade de germinação e quanto maior o valor obtido subentende-se maior velocidade de germinação e maior vigor (NAKAGAWA, 1994). Apesar desse teste nem sempre conseguir medir diferenças existentes entre lotes ou amostras, pode, indicar valores semelhantes para lotes com comportamentos distintos (BROWN; MAYER, 1986). Assim, alguns dos testes baseados na velocidade de germinação podem ser estabelecidos conjuntamente com o teste de germinação, obedecendo às prescrições e recomendações contidas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) para a espécie em estudo.

Na tabela 3, observa-se que foram encontradas diferenças significativas para todas as fontes de variação, com exceção apenas para as interações entre volumes e temperaturas e a interação entre os três fatores, lotes, volumes e temperaturas. Isto demonstra que os lotes diferem em ambos os períodos de embebição no teste de condutividade elétrica; bem como os volumes de água (50 e 75 mL) de água destilada e das temperaturas de exposição para realização do teste.

Tabela 3. Análise de variância dos resultados dos testes de condutividade elétrica em sementes de milho doce. Brasília - DF.

FV	QM	
	CE 24h	CE48h
Lotes (L)	23493,95**	39482,91**
Volumes (V)	6432,64**	9888,81**
Interação L x V	1043,01**	1464,51**
Temperaturas (T)	6175,79*	6977,68**
Interação L x T	1106,73**	1497,20 **
Interação V x T	3,60 ^{ns}	73,37 ^{ns}
Interação L x V x T	5,92 ^{ns}	28,47 ^{ns}
CV ₁	15,44	18,34
CV ₂	9,58	10,95
CV ₃	13,26	15,25
Média	50,38	64,71

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F; ^{ns}: Não significativo pelo teste F; CE 24h: condutividade elétrica com 24 horas de embebição; CE 48h: condutividade elétrica com 48 horas de embebição; CV: coeficiente de variação.

Na Tabela 4 observam-se os valores médios de condutividade elétrica dos quatro lotes de sementes de milho doce. Observa-se que o teste de CE foi eficiente ao discriminar o vigor dos lotes estudados. Nota-se que a condutividade elétrica aumentou no período de 48 horas e que para ambos os períodos de embebição, o lote 4 apresentou maiores resultados. Alta condutividade indica sementes com baixo vigor e baixa condutividade indica sementes com alto vigor, ou seja, maior quantidade de lixiviados determina o baixo vigor de sementes (VIEIRA, 1994; VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999; PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 2001). Estatisticamente, o lote 1 não se diferiu do lote 3, e pode-se inferir através dos resultados que as sementes destes lotes são mais vigorosas, e as sementes do lote 2 possuem vigor mediano em comparação aos outros.

De acordo com Loeffler et al. (1988), quanto menos acentuadas forem as diferenças de vigor entre os lotes, períodos de embebição mais longos serão necessários para a sua diferenciação. No trabalho de Dias & Marcos Filho (1996) com sementes de soja verificou-se que períodos mais curtos de embebição das sementes podem ser utilizados para a identificação de diferenças mais acentuadas entre lotes, e períodos mais longos (maior que 16 horas) mostraram-se mais adequados para diferenciar lotes de qualidade fisiológica menos contrastantes. Contudo nesse trabalho, foi possível verificar a mesma diferenciação de lotes seja com 24 quanto em 48 horas, podendo-se admitir que o menor período permite a diferenciação de lotes, não havendo a necessidade de esperar pelo dobro do tempo.

Tabela 4. Valores médios ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) obtidos no teste de condutividade elétrica realizado por 24 horas e 48 horas de embebição das sementes. Brasília - DF.

Lotes	CE 24h	CE 48h
1	28,31c	33,74c
2	37,35b	48,11b
3	28,37c	38,32bc
4	107,51a	138,68a
DMS	8,16	12,46

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas pertencem ao mesmo grupo e não diferem entre si estatisticamente, de acordo com o critério de agrupamento de Tukey a 5% de probabilidade. DMS: desvio médio significativo.

Os resultados apresentados na tabela 5 permitem observar que em volumes maiores de água na embebição de sementes a quantidade de lixiviados fica mais diluída e por isso, valores menores são observados de condutividade com o volume de 75 mL de água destilada, tanto para condutividade a 24 horas quanto para 48 horas. Resultados semelhantes foram verificados por Loeffler et al. (1988) em sementes de soja.

Tabela 5. Valores médios ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) obtidos nos testes de condutividade elétrica em 24 e 48 horas de embebição com 50 e 75 mL de água em sementes de milho doce. Brasília - DF.

Volume	CE 24h	CE 48h
50 mL	60,41 a	77,15 a
75 mL	40,36 b	52,29 b
DMS	2,63	3,86

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas pertencem ao mesmo grupo e não diferem entre si estatisticamente, de acordo com o critério de agrupamento de Tukey a 5% de probabilidade. DMS: desvio médio significativo.

Na tabela 6, estão os resultados do teste de condutividade elétrica realizado com 25 e 35 °C. Pode-se verificar que tanto com a embebição das sementes por 24 ou 48 horas, o maior conteúdo de exsudados das sementes é visto com a maior temperatura (35°C).

Tabela 6. Valores médios ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) obtidos nos testes de condutividade elétrica em 24 e 48 horas de embebição nas temperaturas de 25 e 35° C em sementes de milho doce. Brasília - DF.

Temperatura	CE 24h	CE 48h
25° C	40,56 b	54,28 b
35° C	60,21 a	75,16 a
DMS	3,45	5,09

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas pertencem ao mesmo grupo e não diferem entre si estatisticamente, de acordo com o critério de agrupamento de Tukey a 5% de probabilidade. DMS: desvio médio significativo.

De acordo com Murphy & Noland (1982), a elevação na CE, com o aumento da temperatura de embebição das sementes, está relacionada com alterações nas propriedades da água. Em geral, maiores temperaturas de embebição aumentam a quantidade e a velocidade de liberação de eletrólitos lixiviados. Nessas condições, há aumento na fluidez da membrana

plasmática, o que facilita a movimentação de água através dela (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999). Segundo Hampton (1995), a temperatura afeta a quantidade e velocidade de perda de líquidos, traduzindo-se na magnitude do valor da CE; sem alterar, contudo, a classificação dos lotes.

Na tabela 7 estão os resultados do teste de condutividade elétrica por 24 e 48 horas da interação considerando lotes e volumes. Conforme verificado na tabela 4, houve diferenciação entre os lotes nos volumes de água de 50 e 75 mL. Uma melhor diferenciação dos lotes foi verificada no volume de 50 mL, tanto na embebição de 24 horas quanto de 48 horas. Para todos os lotes, os menores valores de líquidos são encontrados no volume de 75 mL tanto para 24 horas quanto para 48 horas.

Sendo assim, seria mais interessante a adoção do teste de condutividade para sementes de milho doce na metodologia de 50 mL de água com embebição das sementes por 24 horas, uma vez que um teste é tanto melhor quanto mais rápido for realizado.

Tabela 7. Valores médios ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) obtidos nos testes de condutividade elétrica em 24 e 48 horas de embebição nas temperaturas de 25 e 35° C em sementes de milho doce. Brasília - DF.

Lotes	Volumes (CE 24h)		Volumes (CE 48h)	
	50 mL	75 mL	50 mL	75 mL
1	33,33 cA	23,29 bB	38,45 cA	29,04 bB
2	44,43 bA	30,27 bB	57,78 bA	38,44 bB
3	34,30 cA	22,44 bB	47,26 bcA	29,38 bB
4	129,58 aA	85,44 aB	165,08 aA	112,28 aB
DMS para linhas	5,25		7,72	
DMS para colunas	9,06		13,68	

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo e não diferem entre si estatisticamente, de acordo com o critério de agrupamento de Tukey a 5% de probabilidade, DMS: desvio médio significativo.

Quando observa-se os três fatores na tabela 8, pode-se perceber que com a temperatura mais elevada (35°C), pode-se fazer uma discriminação melhor dos lotes tanto com 24 horas quanto com 48 horas de embebição. O mesmo comportamento é verificado para os lotes 1, 2 e 4 quanto temperatura e período de embebição, exceção apenas para o lote 3.

No trabalho de Ribeiro et al. (2009) com milho pipoca, observa-se que o teste de condutividade conduzido à temperatura de 35 °C por um período de embebição de 48 horas permitiu maior diferenciação dos lotes, independentemente do volume de água utilizado.

Loeffler et al. (1988) comenta que para sementes de soja, reduções no período de embebição para 4 h podem ser associadas ao aumento da temperatura (Loeffler et al., 1988), no entanto, para identificar diferenças menos acentuadas de vigor entre lotes, períodos de embebição mais longos (18 a 24 horas) são mais indicados, o que também foi verificado por Dias & Marcos Filho (1996).

Em sementes de milho envelhecidas artificialmente, Bruggink et al. (1991) observaram que o efeito do envelhecimento foi detectado apenas 10 a 20 horas após o início da embebição.

Ao contrário desses trabalhos mencionados, nesse estudo, o emprego de temperatura mais alta independente do período de embebição mostrou-se como opção eficiente para uma avaliação do vigor das sementes de milho doce.

Tabela 8. Valores médios ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) obtidos nos testes de condutividade elétrica em 24 e 48 horas de embebição nas temperaturas de 25 e 35° C em quatro lotes de sementes de milho doce. Brasília - DF.

Lotes	Temperatura (CE 24h)		Temperatura (CE 48h)	
	25°C	35°C	25°C	35°C
1	22,37 bB	34,25 cA	27,86 bB	39,63 cA
2	30,26 bB	44,44 bA	37,22 bB	59,00 bA
3	24,26 bB	32,47 cA	37,04 bA	39,61 cA
4	85,35 aB	129,67 aA	114,98 aB	162,39 aA
DMS para linhas	6,89		10,19	
DMS para colunas	9,88		14,88	

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo e não diferem entre si estatisticamente, de acordo com o critério de agrupamento de Tukey a 5% de probabilidade; DMS: desvio médio significativo.

5. CONCLUSÃO

O teste de condutividade elétrica mostra-se eficiente na diferenciação de lotes de sementes de milho doce (*Zea mays* L.).

De acordo com os resultados desse trabalho, para a condução do teste de condutividade elétrica em sementes de milho doce, é indicada a metodologia de 50 mL de água por permitir uma melhor diferenciação entre os lotes, sob a temperatura de 35°C com embebição das sementes por 24 horas, por ser mais rápido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRASEM. **Pesquisa, tecnologia e qualidade de semente**. Brasília: Anuário 2016, 110 p.

ARAGÃO, C.A. **Avaliação de híbridos simples braquíticos de milho super doce (*Zea mays* L.) portadores do gene *shrunken--2* (*sh2sh2*) utilizando o esquema dialélico parcial**. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências Agronômicas – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Botucatu, 101 p., 2002.

ARAÚJO, E.F. et al. Armazenabilidade de sementes de milho doce submetidas a diferentes métodos de debulha. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 65-71, 2006.

ARAUJO, E.F.; ARAUJO, R.F.; SOFIATTI, V.; SILVA, R.F. Maturação de sementes de milho-doce – grupo super doce. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p.69-76, 2006^a.

BARBIERI, V.B.B. et al. Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho doce em função de espaçamentos e populações de plantas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n.3, p. 826-830, 2005.

BRANDÃO JÚNIOR, D.S. et al. Adequação do teste de condutividade elétrica para determinar a qualidade fisiológica de sementes. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 7, n. 1/2, p. 184, 1997.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa** nº 45, de 17 de setembro de 2013. Diário Oficial da União, DF, 20 set, p. 25, Seção 1, 2013.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**, Brasília: Mapa/ACS, 395p., 2009.

BROWN, R.F.; MAYER, D.G. A critical analysis of Maguire's germination rate index. **Journal of Seed Technology**, Lincoln, v. 10, n. 2, p. 101-110, 1986.

BRUGGINK, H, KRAAK H. L, DIJEMA, M.H.G.E & BEKENDAM, J. Some factors influencing electrolyte leakage from maize (*Zea mays* L.) kernels. **Seed Science and Research**, v. 1, p. 15-20, 1991.

CAMARGO, R. de; CARVALHO, M.L.M. Armazenamento a vácuo de semente de milho doce. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 131-139, 2008.

CARVALHO, N.M. **Vigor de sementes**. In: CÍCERO, S.M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R. (Coord.). Atualização em produção de sementes. Campinas: Fundação Cargill, p., 207-223, 1986.

COIMBRA, R.A. et al. Teste de germinação com acondicionamento dos rolos de papel em sacos plásticos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 92-97, 2007.

COIMBRA, R.A.; MARTINS, C.C.; TOMAZ, C.A.; NAKAGAWA, J. Testes de vigor utilizados na avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes de milho-doce (sh2). **Ciência Rural**, v.39, n.9, dez, 2009.

DIAS, D.C.F.S.; MARCOS FILHO, J. Electrical conductivity test for vigor evaluation in soybean seeds. **Seed Research**, 2, p.1-10, 1996.

GOMES JÚNIOR, F.G. et al. Evaluation of priming effects on sweet corn seeds by SVIS, **Seed Technology**, Washington, DC, v. 31, n. 1, p. 95-100, 2009.

HAMPTON, J.G. Conductivity test. In: van der Venter HA (Ed.) Seed vigor testing seminar. Zurich, **International Seed testing Association**. p.10-28. 1995.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). **Handbook of vigour test methods**. Zurich: Switzerland, 72p, 1981.

KOLCHINSKI, E.M.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T. Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.6, p. 1248-1256, 2005.

LEMOS, M.A.; GAMA, E.E.G.; MENEZES, D.; SANTOS, V.F.; TABOSA, J.N.; MORAIS, M.S.L. Emergência em campo de híbridos simples de milho superdoce de um cruzamento dialélico. **Hortic. Bras.**, Brasília, v.20, n.2, p.158-162. 2002.

LOEFFLER T.M.; TEKRONY, D.M; EGLI, D.B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, 12:37-53. 1988.

MACHADO, J, A, **Melhoramento genético do milho doce (*Zea mays* L.)**. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicada, 1980, 78 p.

MAGIO, M.A. **Acúmulo de massa seca e extração de nutrientes por plantas de milho doce híbrido “Tropical”**, 2006, 47p, Dissertação (Mestrado). Instituto Agronômico de Campinas, 2006,

McDONALD J.R. A review and evaluation of seed vigor tests. **Proc. Assoc. off Seed Anal.**, 65:109-39. 1975.

MCDONALD, M. B.; WILSON, D. O. An assessment of the standardization and ability of the ASA-610 to rapidly predict potential soybean germination. **Journal of Seed Technology**, Springfield, v. 4, n. 2, p. 1-11, 1979;

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.1, 176-177, p.1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**, Fealq, Piracicaba, 495p., 2005.

MARCOS FILHO et al. O valor dos testes de vigor. **Seed News**, Pelotas, n. 6, p. 32, 1990

MURPHY, J.B.; NOLAND, T.L. Temperature effects on seed imbibitions and leakage mediated by viscosity and membranes. **Plant Physiology**, 69, p. 428-431. 1982.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, RD.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999, p. 2,1-2,24.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**, Jaboticabal: FUNEP, p.49-85, 1994.

OLIVEIRA, A.C.S. **Qualidade fisiológica de sementes de milho armazenadas em diferentes embalagens reutilizáveis sob dois ambientes**. 2009, 86p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, RJ, 2006.

PAIVA, E.; VASCONCELOS, M.J.V.; PARENTONI, S.N.; GAMA, E.E.G.; MAGNAVACA, R. Seleção de progênies de milho doce de alto valor nutritivo com auxílio de técnicas eletroforéticas. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.27, p.1213-1218, 1992.

PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de tomate. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 3, p. 525-531, 2001.

PEREIRA, A.F. et al. Qualidade fisiológica de sementes e desempenho agrônômico de genótipos de milho doce. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.8, n. 4, p. 249-261, 2008.

PEREIRA, A.F. et al. Caracteres agrônômicos e nutricionais de genótipos de milho verde. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.25, n. 1, p. 104-112, jan/fev, 2009.

PERRETTO, E.L. **Gradiente de umidade na maturação de sementes de milho doce e sua qualidade fisiológica**. 49 p, Tese (Doutorado). Universidade Federal de Pelotas, RS, 2012.

PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.; ROTA, G.R.M. **Sementes – Fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas, 1º Ed. 2003.

POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. Brasília: **AGLPLAN**, 289 p., 1977.

POWELL, A. A. Cell membranes and seed leakage conductivity in relation to the quality of seed for sowing. **Journal Seed Technology**, Springfield, v. 10, n.2, p. 81-100, 1976

PRISCO, J.T.; ENÉAS FILHO, J.R.; GOMES FILHO, E. Effect of NaCl on cotyledon starch mobilization during germination of *Vigna unguiculata* (L.) Walp seed. **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo, v. 4, n. 2, p. 63-71, 1981.

RIBEIRO, D.M.V. **Adequação do teste de condutividade elétrica de massa e individual para avaliação da qualidade fisiológica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.)**. 1999, 105p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 1999.

RIVERA, A.C. **Qualidade fisiológica de sementes de milho doce sob diferentes condições de armazenamento**. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Lavras, 77 p., 2011.

RIBEIRO et al. Teste de condutividade elétrica para avaliar o vigor de sementes em milho-pipoca (*Zea mays* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n.6, p. 772-776, nov/dez, 2009

SANTOS, P.M.; GONDIM, T.C.O.; ARAÚJO, E.F.; DIAS, D.C.F.S. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho-doce pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 1, p.91-96, 2002.

SAWAZAKI, E. et al. Milho verde: avaliação da resistência à lagarta da espiga, da espessura do pericarpo, e outras características agronômicas. **Bragantia**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 241-251, 1990.

SILVA, F, A, S.; AZEVEDO, C,A,V, Principal components analysis in the software assistat-statistical assistance, In: 7th World Congress on Computers in Agriculture, 2009, RENO. **Proceedings of the 7th World Congress on Computers in Agriculture**, St, Joseph: ASABE, p.1-5, 2009.

SILVA, I. O. da. **Avaliação de produção de milho doce para consumo em maçaroca em três datas de sementeira diferentes.** Dissertação (Mestrado). Universidade dos Açores, 69 p., 2012.

SILVA, J. B.; KARAN, D. Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do milho. **O ruralista.** Belo Horizonte, v. 32, n. 414, p. 5-9, 1994.

TEIXEIRA, F.F. et al. Avaliação da capacidade de combinação entre linhagens de milho doce. **Ciência e Agrotecnologia.** Lavras, v.25, n.3 p. 483-488, 2001.

TEIXEIRA, F.F.; MIRANDA, R.A.; PAES, M.C.D.; SOUZA, S, M.; GAMA, E.E.G. **Melhoramento do Milho Doce.** Documento 154, 32 p. Embrapa Milho e Sorgo Sete Lagoas, MG, 2013.

TOLEDO, F.F.; MARCOS FILHO, J. Manual das sementes - tecnologia da produção. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 1977, 224p.

TRACY, W.F. **Sweet corn.** In: HALLAUER, A. R. Specialty corns. Boca Raton: CRC. p. 155-198, 2001.

VANZOLINI, S; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em genótipos de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n. 1, p. 178-183, 1998.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes.** Jaboticabal: FUNEP, 164p., 1994.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, C.F. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, C.F.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.) **Vigor de sementes: Conceitos e testes.** Londrina, ABRATES. p.1-26. 1999.

VIEIRA, R. D. et al. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1333-1338, 2002

VILLELA, F.A.; PERES, W.B. Coleta, beneficiamento e armazenamento. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação do básico ao aplicado**, Artmed, Porto Alegre, p.265-281, 2004.

ZUCARELI, C et al. Qualidade fisiológica de sementes de milho doce classificadas pela espessura e largura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 1, p. 71-78, jan./mar, 2014.